

## Holzingenieur/in FH PDM

**Arbeitstitel:** Einfluss von Temperatur und Feuchte auf die Längenänderung und das Haftverhalten der Klebeverbindung Holz-Glas im Fenstersystem Holz/Aluminiumfenster XL

**Diplomarbeits-Nr.:** F / 4 / D / 473 / 06 / 5 **Sperrfrist:** 5 Jahre

**Verfasser:** Dörig Andrej

**Praktikumsstelle:** Ego Kiefer AG  
Fenster, Türen & Zargen  
Schöntalstrasse 2  
9450 Altstätten

### Ausgangslage

Die Architekten suchen nach Fenstern, welche die modernen, schlanken und kubischen Formen der Baukörper in den Profilgeometrien und Ansichtsbreiten übernehmen. Die EgoKiefer AG hat für diese Nachfragen ein neuartiges Holz/Aluminium-Fenstersystem mit integrierter Klebetechnologie entwickelt. Die schlankeren Profile werden durch den statisch wirksamen Holz-Glas-Verbund resp. die mitragende Wirkung des Glases erreicht. Die Abklärung der Gebrauchstauglichkeit durch Differenzklimaprüfungen (ENV 13420) hat partielle Ablösungen zwischen Klebstoff und Glas offengelegt. Es traten Fragen bezüglich Feuchtigkeit und Temperatur sowie deren Einflüsse auf Spannungen und Haftverhalten des Klebstoffs auf. Trotz den Ablösungen wurde der geprüften Klebetechnologie die Gebrauchstauglichkeit beglaubigt. Die Frage nach dem Einfluss der Feuchtigkeit und der Temperatur als Ursache der punktuellen Ablösung konnte jedoch nicht restlos geklärt werden. Zu viele Unbekannte (Handapplikation des Klebstoffs, unterbrochene innere Verglasungsdichtung) könnten zu diesem Schadensbild geführt haben. Eine Untersuchung auf diesem Gebiet wurde als Aufgabenstellung formuliert.

### Ziel

Im Wesentlichen ist die geforderte Untersuchung durchzuführen. Dazu werden die Spannungen im Klebstoff durch unterschiedliche Ausdehnung der Materialien unter Feuchte- und Temperatureinfluss analysiert. Die Klebstofffuge soll in Bezug auf das Haftverhalten und die innere Festigkeit unter Einwirkung von Feuchtigkeit überprüft werden.

### Vorgehen

Mit Feuchtigkeits- und Temperaturbelastungen werden die Einflüsse auf die Klebefuge simuliert. Die Festigkeiten und das Haftverhalten werden bestimmt und mit Berechnungen die Spannungen im Klebstoff analysiert und quantifiziert. Diese können anhand von Ausdehnungen, Biegungen und Verschiebungen im Holz-Glas-Verbund errechnet werden. Aus der Spannungsanalyse resultiert eine Grössentabelle, die das Auftreten von problematischen Spannungen in Abhängigkeit der Flügeldimension aufzeigt.

### Ergebnisse

Mit den Untersuchungen zeigt sich, dass die Feuchtigkeit keine schädigende Wirkung auf den Klebstoff ausübt. Jedoch sinkt die Zug- und Zugscherfestigkeit mit zunehmender Holzfeuchtigkeit in Relation zur Abnahme der Holzfestigkeit. Die Haftung des Klebstoffs am Holz ist erst im Bereich der Fasersättigung nicht mehr gegeben. Erfahrungen im Fensterbau zeigen, dass Holzfeuchten über 18 Prozent die Eckverbindung, die Lackierung und das Holz schädigen. Das bedeutet, dass die anderen Bauteile im Fenstersystem XL als Folge der Feuchtigkeit und Temperatur vor der Verklebung Schaden erleiden. Die unter Klimabeanspruchung ermittelten maximalen Schubspannungen von  $\sim 1 \text{ N/mm}^2$  überschreiten die Bemessungswerte von Sika ( $0.5 \text{ N/mm}^2$ ) nur unter dem Einfluss der Feuchtigkeitsausdehnung. Die Spannungen, welche durch Temperaturexpansionen hervorgerufen werden, sind unproblematisch und schränken die Flügeldimensionen bis  $3 \text{ m} \times 3 \text{ m}$  nicht ein.